

## Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023

### Sisteme integrate autohtone de tracțiune electrică pentru vehicule urbane de pasageri

Cifrul proiectului **20.80009.5007.29**

*Cuvinte cheie: vehicul electric urban de pasageri, sistem de tracțiune, convertor static hexafazat, motor asincron hexafazat, modele matematice, stand de laborator, metode de testare, eficiență energetică, fiabilitate*

Subiectul programului de cercetare ELTRAC se referă la dezvoltarea și cercetarea sistemelor eficiente și fiabile de tracțiune pentru vehiculelor electrice urbane de pasageri (UEUP) troleibuze/electrobuze prin utilizarea motoarelor asincrone și convertoarelor electronice performante.

Actualitatea proiectului cauzată de necesitatea reducerii emisiilor de gaze ale mijloacele transport cu carburanți și substituirea cu vehicule zero emisii, inclusiv cu vehicule electrice.

În cadrul proiectului au fost dezvoltate fundamentele teoretice, elaborate modelele matematice ortogonale, simulate regimurile dinamice (inclusiv cu ruperea fazelor) ale motoarelor asincrone și convertoarelor electronice hexafazate de tracțiune. Au fost elaborate metodologiile și softurile de proiectare și schițele tehnice ale machetelor și prototipurilor de motoare asincrone și convertoarelor electronice hexafazate de tracțiune. Au fost confecționate în condiții de laborator macheta convertorului de frecvență hexafazat cu controlul separat și defazajul dintre al modulele trifazate, dar și machete ale motoarelor asincrone hexafazate cu înfășurare statorică simetrică și asimetrică,

Pentru problemele de optimizare prin metoda elementelor finite 2D și 3D a fost studiat câmpul electromagnetic al motoarelor asincrone hexafazate cu diferite scheme ale înfășurărilor statorice. Au fost analizate și dezvoltate structuri noi de comandă ale sistemelor hexafazate de tracțiune, inclusiv cu control scalar și vectorial.

A fost dezvoltat modelul complex al electrobuzului cu integrarea sistemului hexafazat de tracțiune și al transmisie mecanice, în baza căruia au fost studiate dinamica vehiculului și consumul energetic, elaborate recomandări pentru alegerea respectivă a factorului de transmisie în funcție de ciclul standard de conducere

Pentru determinarea experimentală a parametrilor schemei echivalente și a pierderilor de putere al motorului asincron hexafazat a fost elaborată și aprobată metoda inducției cu recuperare. La testarea în condiții de laborator s-a constatat randamentul convertorului hexafazat de circa 97% și distorsiunile armonice în limitele standard. Randamentul sistemelor cu motoare hexafazate depășește cu 2-3% pe cel al sistemului trifazat similar. De asemenea s-a constatat fiabilitatea funcționării sistemelor trifazate chiar și la rupere unei sau a două faze.

Rezultatele cercetărilor ale sistemelor de tracțiune hexafazate au fost transmise și vor fi utilizate de către compania ÎTȘ Informbusiness – producător autohton de echipamente de tracțiune și de vehicule electrice urbane de pasageri (troleibuze și electrobuze).

## Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023

### Sisteme integrate autohtone de tracțiune electrică pentru vehicule urbane de pasageri

Cifra proiectului **20.80009.5007.29**

*Keywords: urban passenger electric vehicle, traction system, hexaphase static converter, hexaphase asynchronous motor, mathematical models, laboratory stand, test methods, energy efficiency, reliability*

The subject of the ELTRAC research program refers to developing and researching efficient and reliable traction systems for urban electric passenger vehicles (UEUPs) trolleybuses/electrobuses using asynchronous motors and high-performance electronic converters.

The timeliness of the project is caused by the need to reduce gas emissions from fuel transport and replace it with zero-emission vehicles, including electric vehicles.

Within the project, theoretical foundations were developed, orthogonal mathematical models developed, and dynamic regimes (including phase breakage) of asynchronous motors and hexaphase traction electronic converters were developed. Design methodologies, software, and technical sketches of models and prototypes of asynchronous motors and electronic hexaphase traction converters were developed. The mock-ups of the hexaphase frequency converter with separate control and phase shift between the three-phase modules were made in laboratory conditions, as well as the mock-ups of hexaphase asynchronous motors with symmetrical and asymmetric stator winding.

For optimization problems using the method of 2D and 3D finite elements, the electromagnetic field of hexaphase asynchronous motors with different schemes of stator windings was studied.

New control structures of hexaphase traction systems, including scalar and vector control, were analyzed and developed.

The complex model of the electric bus with the integration of a hexaphase traction system and mechanical transmission was developed, based on which vehicle dynamics and energy consumption were studied, and recommendations for the respective choice of transmission factor according to the standard driving cycle were developed.

For the experimental determination of equivalent scheme parameters and power losses of the hexaphase asynchronous motor, the recovery induction method was developed and approved. The hexaphase converter efficiency of about 97% and harmonic distortions within standard limits in laboratory testing were found. The efficiency of systems with hexaphase motors exceeds 2-3% of that of similar three-phase systems. The reliability of three-phase systems was also found even at the breakage of one or two phases.

The research results of hexaphase traction systems have been transmitted and will be used by the company ÎTȘ Informbusiness – a local manufacturer of traction equipment and urban electric passenger vehicles (trolleybuses and electrobuses).